

Die Narkose beim Schwein

unter besonderer Berücksichtigung des Narconumal-Roche

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der Doktorwürde
der veterinär-medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

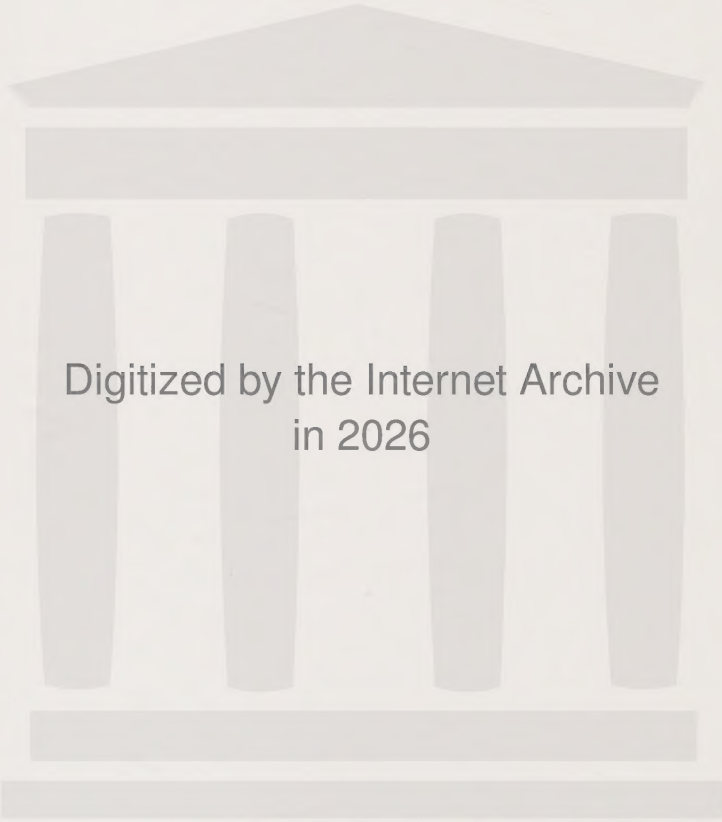
vorgelegt von

W A L T E R K N Ö P F E L

von Hundwil (App. A.-Rh.)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. K. Ammann

Zürich 1949



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Veterinär-chirurgischen Klinik der Universität Zürich
(Prof. Dr. K. Ammann)

Die Narkose beim Schwein

unter besonderer Berücksichtigung des Narconumal-Roche

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der Doktorwürde
der veterinär-medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von

W A L T E R K N Ö P F E L

von Hundwil (App. A.-Rh.)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. K. Ammann

Zürich 1949

Buchdruckerei Rheintaler Volksfreund, Verlags A.-G., AU



1948

Meinem Vater
und dem Andenken meiner Mutter
in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung	7
B. Geschichtliches	8
C. Narkosebegriff	10
D. Die Narkose beim Schwein nach Literaturangaben	
1. Inhalationsnarkotika	12
2. Intravenös applizierte Narkotika	
a) Chloralhydrat	13
b) Eunarcon	15
c) Nembutal	17
d) Evipan-Natrium	17
3. Intraperitoneal applizierte Narkotika	
a) Chloralhydrat	18
b) Nembutal	19
c) Rectidon	19
d) Technik der intraperitonealen Injektion	19
4. Subkutane Applikation	20
5. Intramuskuläre Applikation	21
6. Rektale Applikation	22
7. Perorale Applikation	22
8. Elektrische Betäubung	22
E. Narkose mit Narconumal	
a) Erfahrungen in der Humanmedizin	23
b) Erfahrungen beim Pferd	24
c) Erfahrungen beim Rind	26
d) Erfahrungen beim Hund	27
e) Eigene Versuche beim Schwein	28
F. Zusammenfassung	40
G. Schlußfolgerungen	44

A. Einleitung

Dem Problem der Allgemeinbetäubung beim Schwein wurde während vielen Jahren von tierärztlicher Seite wenig Beachtung geschenkt. Bei der Ausführung von operativen Eingriffen, auch an größeren Tieren, begnügte man sich meist damit, mit Hilfe von Fesseln und dem nötigen Hilfspersonal das Tier so zu legen, daß es möglichst wenig Abwehrbewegungen ausführen konnte. Länger dauernde Eingriffe sollten jedoch heute nicht ohne Allgemeinbetäubung ausgeführt werden. Abgesehen davon, daß bei Ausschaltung der Abwehrbewegungen der Tiere ruhiger und sicherer operiert werden kann, ist der moderne Tierarzt auch aus Gründen des Tierschutzes zur Schmerzbetäubung beim Schwein verpflichtet.

In folgender Arbeit wird neben einem Ueberblick über die verschiedenen Narkoseverfahren beim Schwein die Eignung des Naconumal Roche als Narkotikum für die Schweinepraxis ermittelt, um am Schluß eine Uebersicht über die bewährtesten Betäubungsverfahren geben zu können.

Das Gelingen einer Narkose hängt wesentlich von der Applikationsweise eines Narkotikums ab. Insbesondere die intravenöse Injektion beim Schwein bereitet dem Praktiker etwa Schwierigkeiten, weshalb auch die Injektionstechnik speziell berücksichtigt werden soll.

B. Geschichtliches

Bald nach dem Bekanntwerden der ersten durch den Zahnarzt *Morton* 1846 beim Menschen vorgenommenen Aethernarkose wurden auch Versuche in der Tiermedizin angestellt. Schon am 26. Januar 1847 legte *H. Bouley*, Professeur de Clinique à l'Ecole Impériale d'Alfort, der Académie Royale seine Ergebnisse über Aethernarkosen an Pferden und Hunden vor. Bald darauf folgten weitere Veröffentlichungen von *Seifert*, *Persivall*, *Hering*, *Thiernesse* u. a. Im Jahre 1853 berichtete dann *Magne*, Professeur d'Agriculture à l'Ecole Impériale d'Alfort, anlässlich einer Sitzung der Société Impériale et Centrale de Médecine Vétérinaire von einer Aethernarkose bei einem Schwein, das auf diese Weise zur Kastration vorbereitet werden sollte, jedoch infolge der Narkose starb. Bei der Diskussion dieses Falles vertrat *Reynal* die Meinung, daß der Tod dieses Schweines eher durch Ersticken als durch den Aether erfolgt sei, da *Magne* sich einer Maske bediente, die den ganzen Kopf des Tieres bedeckte.

Am Anfang des Jahres 1847 teilte *Flourens* der Akademie der Wissenschaften zu Paris seine Untersuchungen über die physiologische Wirkung des Chloroforms an Tieren mit, durch welche er nachwies, daß seine betäubende Wirkung eine intensivere und angenehere sei als diejenige des Aethers. Seinen Versuchen wurde jedoch wenig Beachtung geschenkt.

Weitere Mitteilungen über die Anwendung des Chloroforms bei Pferden, Hunden und Katzen stammten von *Ray*, *Persivall*, *Field*, *Pickering* zu Anfang des Jahres 1848 (*Hering* 1848). Im Jahre 1857 erschien in Adams Wochenschrift von *Gillmaer* eine Abhandlung über die Chloroforminhalation bei der Kastration weiblicher Schweine.

In den folgenden Jahren, d. h. bis zum Jahre 1933 erschienen die Publikationen über die Narkose beim Schwein recht spärlich. Die meisten Autoren empfehlen das Choroform zur Allgemeinbetäubung.

Erst die Einführung der intravenösen Injektionstechnik beim Schweine durch *Reichwald* im Jahre 1933 führte zu einem wesentlichen Fortschritt. Es bestand jetzt die Möglichkeit, auch das Chloralhydrat zur Narkose beim Schwein zu gebrauchen, wie es beim Pferd schon längst der Fall war. Im Jahre 1936 unternahm *Silbersiepe* Versuche mit dem Barbitursäurepräparat *Eunarcón*, das intravenös appliziert zu einer gut brauchbaren Allgemeinbetäubung führte und mit Zufriedenheit Verwendung fand. Ihm folgte 1939 in Amerika *Kernkamp* mit einem andern Barbitursäurepräparat, dem *Nembutal*.

Die grundlegenden Versuche zur intraperitonealen Applikation von Chloralhydrat beim Schwein stellte *Fraser* 1928 an, aber erst *Middelkoop* arbeitete diese Methode im Jahre 1935 so aus, daß sie in die Praxis Eingang fand.

Weitere Versuche mit *Evipan-Natrium* 1933, *Pernocton* 1935, *Rectidon* 1935 führten zu keinem absolut befriedigenden Erfolg.

C. Begriff der Narkose

Vom pharmakologischen Standpunkt aus versteht man unter Narkose künstlich herbeigeführte Herabsetzung oder Verlust der zentralen Reflexation auf normale oder verstärkte Reize aus der Umwelt (Graf 1943). Um dies zu erreichen, stehen dem Chirurgen zwei von einander grundsätzlich verschiedene Wege offen, nämlich die steuerbare Allgemeinnarkose und die nichtsteuerbare intravenöse, intraperitoneale, perorale, intramuskuläre und subkutane Applikationsmethode von Schlafmitteln. Nur diejenigen Narkotika sind praktisch brauchbar, die, abgesehen von genügender Wirksamkeit, eine therapeutisch breite, zentrale Lähmungsphase besitzen (Killian 1934). Trotz der verschiedenen Applikationsmöglichkeiten und der großen zur Verfügung stehenden Zahl von Narkotika, ist es bis heute noch nicht gelungen, ein Narkosemittel zu finden, das allen gestellten Ansprüchen gerecht zu werden vermag.

Westhues (1929) stellte folgende Forderungen an ein Allgemeinbetäubungsmittel:

1. Möglichst geringe Giftigkeit.
2. Die Wirkung soll rasch einsetzen, genügend intensiv und anhaltend sein.
3. Es darf nur ein geringes Exzitationsstadium verursachen.
4. Es soll gut dosierbar und leicht applizierbar sein.
5. Kurze Dauer des Nachschlafes.
6. Der Geruch des Betäubungsmittels darf nicht in das Fleisch übergehen, und was in der Praxis noch von Wichtigkeit ist:
7. Ueberflüssigsein eines Assistenten zur Ueberwachung der Narkose.

8. Erträglicher Preis des Narkotikums und der eventuell nötigen Apparatur.

Alle Bestrebungen müssen dahin gehen, ein Betäubungsmittel zu finden, das möglichst allen diesen Forderungen gerecht zu werden vermag.

D. Die Narkose beim Schwein nach Literaturangaben

1. Inhalationsnarkotika

Die Inhalationsnarkotika besitzen wegen ihrer absoluten Steuerbarkeit den großen Vorteil, die Narkose in jeder Phase zu vertiefen, abzuschwächen oder bei Ueberdosierung unterbrechen zu können. Während vieler Jahre wurde zur Allgemeinbetäubung von Schweinen ausschließlich Chloroform verwendet. Es eignet sich, wie dies aus den Berichten der älteren Autoren hervorgeht, dazu sehr gut, und noch im Jahre 1935 äußerte sich *Riedel* dahin, daß es beim Schwein keine einfachere und wirkungsvollere Betäubungsmethode als das Chloroform gebe. Trotz dieser recht günstig lautenden Urteile geht aus den Angaben hervor, daß die Chloroforminhalation bei Schweinen nicht ganz ungefährlich ist. Schon *Imminger* (1892) mahnt besonders bei gut genährten Tieren zu Vorsicht, *Ehrhardt* (1899) läßt die Tiere in Horizontallage bringen, *Westhues* (1929) weist darauf hin, daß Patienten mit Herz- und Leberleiden von dieser Narkoseart auszuschließen seien und *Riedel* (1935) verlangt rasches Arbeiten, damit das Chloroform nur während verhältnismäßig kurzer Zeit einwirken kann. In neuerer Zeit wird jedoch von ihr, wegen der geringen narkotischen Breite, der hohen Organtoxität und dem Auftreten von Spätfolgen, wie fettige Degeneration des Herzens, der Leber und Nieren, abgeraten.

Der Äther, dem viele Nachteile des Chloroforms (Spätfolgen, geringe narkotische Breite) fehlen, hat außer der Feuergefährlichkeit den großen Nachteil, daß besonders konstruierte Masken und Appa-

raturen, um ihn zur Verdampfung zu bringen, notwendig werden. Nach Gebrauch sind diese Masken gewöhnlich vom Speichel völlig durchnäßt und beschmutzt und müssen getrocknet und gereinigt werden. Im Winter verflüssigt sich der Aether im Zuleitungsschlauch infolge der Kälte, sodaß die Narkose langsam und unzuverlässig ist. Außerdem reizen zu konzentrierte Aetherdämpfe die Schleimhaut der Luftwege und des Rachens und regen die Speichel- und Schleimsekretion stark an, was zu Atembehinderung oder postoperativen Pneumonien führen kann.

Divinyläther (Dauch 1934) hat sich wegen seines hohen Preises und der geringen Dosierungsbreite als nachteilig erwiesen und keinen Eingang in die Praxis gefunden.

Chloräthyl wird von *Hartog* und *Klarenbeck* (1938) besonders als Narkotikum für kurz dauernde Operationen bei jungen Schweinen empfohlen.

Von den *Mischnarkotika* sei noch das von *Ammann* (1940) empfohlene Gemisch (Chloroform 2 Teile, Aether 1 Teil und Petroläther 1 Teil) erwähnt, das an der hiesigen Klinik als Inhalationsnarkotikum für Schweine mit Zufriedenheit verwendet wurde.

Alle Inhalationsnarkotika haben jedoch den Nachteil, daß sie zu einem Exzitationsstadium führen, das Fleisch von Tieren, die während oder kurz nach der Narkose geschlachtet werden müssen, durch ihren Geruch beeinträchtigen und eine ständige Ueberwachung der Narkose während der Operation durch einen Sachkundigen erfordern.

2. Intravenös applizierte Narkotika

a) *Chloralhydrat*

Die intravenöse Applikation von Chloralhydrat wird noch heute wegen ihrer Billigkeit und dem Vorteil, daß bei allfälliger Not-
schlachtung die Tauglichkeit des Fleisches keine Einschränkung erfährt, sehr gerne zur Allgemeinbetäubung von Schweinen verwendet. Sie führt zu einer brauchbaren, wenn auch nicht vollständigen Nar-

kose, einem Rauschzustand (Reichwald 1933, Bolz 1936, Silbersiepe 1936), der sich nötigenfalls leicht mit Äther in eine Vollnarkose überführen läßt, wobei das Exzitationsstadium durch das Chloralhydrat überbrückt wird (Bolz 1936, Westhues 1940). *Eichel* (1938) empfiehlt, zur Vertiefung der Narkose, nochmals Chloralhydrat nachzuspritzen, was aber zu einem sehr langen Nachschlaf führt.

Bezüglich der Dosierung des Chloralhydrates weichen die Angaben der einzelnen Autoren ziemlich stark voneinander ab. Während *Eichel* (1938) nur 0,08—0,1 g pro kg Körpergewicht verwendet, dazu aber ausdrücklich bemerkt, daß bei dieser vorsichtigen Dosierung keine tiefe Narkose erzeugt werden kann, geht *Reichwald* (1933) maximal bis auf 0,22 g pro kg Körpergewicht. Diese sehr hohe Dosis wendet er speziell bei kleinen Tieren an, die nach seinen Beobachtungen eine größere Menge benötigen als ältere Schweine. Als mittlere Dosierungsnorm darf wohl die von *Middelkoop* (1935), *Hartog* und *Klarenbeck* (1938) angegebene, nämlich 0,15 — 0,175 g pro kg Körpergewicht angenommen werden, mit der nach ihren und den an unserer Klinik gemachten Erfahrungen eine sehr gute Narkose erzielt wird.

Auch werden sehr verschieden konzentrierte Lösungen verwendet. Einerseits ist eine möglichst hohe Konzentration erwünscht, da dadurch die zu injizierende Flüssigkeitsmenge erheblich reduziert wird. Beispielsweise müssen einem Schwein von 100 kg bei einer Dosis von 0,16 g pro kg Körpergewicht von einer 10%igen Lösung 160 ccm, von einer 40%igen Lösung nur 40 ccm injiziert werden. Andererseits wird mit Zunahme der Konzentration auch die Gewebsschädlichkeit erhöht, was zu Thrombosen der Venen und Verätzungen des paravenösen Gewebes führt. Im Hinblick auf diese beiden Momente empfehlen die meisten Autoren das Chloralhydrat in 20%iger Lösung zu applizieren. Bei langsamer Injektion (*Hartog* und *Klarenbeck* 1938) tritt nach 5—10 Minuten, bei schneller (*Westhues* 1940) sofort eine exzitationslose Narkose ein. *Wislocki* (1946) hingegen spritzt dem stehenden Tier 70 % der Lösung, worauf sich dieses hinlegt und dann die noch restlichen 30 % nachinjiziert erhält. Mittels dieser Applikationsmethode stellt sich die Narkose nach 15 Minuten post injectionem ein. Fast regelmäßig wird eine erhebliche Pulsbeschleunigung beobachtet (*Reichwald* 1933).

Die Narkose hält nach *Reichwald* (1933) durchschnittlich 36 Minuten an, *Bolz* (1936) stellt eine solche von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Stunden und einen Nachschlaf von einer halben Stunde fest, während *Middelkoop* (1935), *Hartog* und *Klarenbeck* (1938) für Narkose und Nachschlaf eine Zeitspanne von 3 Stunden angeben.

An unserer Klinik wird erwachsenen Schweinen Chloralhydrat in der Dosierung von 0,15 — 0,175 g pro kg Körpergewicht in 20%iger Lösung intravenös appliziert. Bei Jungschweinen ziehen wir die intraperitoneale Injektion vor.

Als Komplikationen infolge der intravenösen Chloralhydratnarkose sind vor allem Thrombose der Ohrvenen und Nekrose der Ohrmuscheln nach paravenöser Injektion, Dyspnoe und schnarchende Atemgeräusche bei fetten Schweinen, Todesfälle bei Tieren mit Pneumonien, Rotlaufendokarditiden, Leberschädigungen und chronische Seuchen zu nennen. Bemerkenswert ist auch, daß bei Anwendung der Chloralhydratnarkose zur Sectio caesarea ein großer Teil der Ferkel schon kurze Zeit nach der Geburt stirbt.

Die intravenöse Chloralhydratnarkose war wohl ein großer Fortschritt, doch haften ihr verschiedene Mängel an. Eine Vollnarkose kann nur mit sehr hohen Dosen erreicht werden, bei denen die toxische Grenze nicht mehr weit entfernt liegt. Andererseits verursacht die Injektionstechnik Schwierigkeiten, da zu große Mengen injiziert werden müssen.

b) *Eunarcon*

Eunarcon, ein Barbitursäureabkömmling, wurde im Jahre 1936 von *Silbersiepe* zur Allgemeinbetäubung von Schweinen eingeführt. Schon die ersten Versuche zeigten, daß es bei intravenöser Applikation zu einer ausgesprochenen Kurznarkose (tiefe Bewußtlosigkeit), nie aber zu einer Vollnarkose (absolute Reflexlosigkeit) führt. Grad und Dauer der Narkose hängen von der Konzentration des Narkotikums im Blute ab. Die Konzentration ihrerseits ist von der Gesamtdosis, der Injektionsgeschwindigkeit und der Tätigkeit der Ausscheidungsorgane abhängig. Um einen Anhaltspunkt für die Dosierung zu haben, wird das Körpergewicht der Tiere herbeigezogen. Diese Methode ist aber insofern nicht richtig, als die Ausscheidung

der intravenös gegebenen Narkotika in der Leber vor sich geht, die bei einem kleinen Ferkel im Verhältnis zum Körpergewicht schwerer ist als bei einem ausgewachsenen Schwein. Ein kleines Tier kann deshalb eine verhältnismäßig höhere Dosis ertragen. Dosierung nach Körpergewicht, bezw. Ausscheidungsleistung der Leber und Injektionsgeschwindigkeit sind zwei Faktoren, die man nicht getrennt von einander behandeln darf.

Auf dieser Erkenntnis beruhen auch die verschiedenen Dosierungsvorschriften der einzelnen Autoren. *Silbersiepe* (1936), *Ruffner* (1938) und *Schmalz* (1941), die eine rasche Injektion fordern, damit sie am noch stehenden Tiere beendet werden kann, da sonst beim Hinlegen die Kanüle aus der Vene gleitet, stellten deshalb ein nach dem Gewicht der Tiere abgestuftes Dosierungsschema auf. Ferkel erhalten dabei 0,12 — 0,16 ccm und schwere, ältere Tiere 0,07 bis 0,1 ccm Eunarcon pro kg Körpergewicht, wobei die Injektion von 20 ccm innerhalb von 20—60 Sekunden ausgeführt werden soll.

Brüning (1939), der für alle Gewichtsklassen eine Dosis von 0,2 ccm Eunarcon pro kg Körpergewicht verwendet, verlangt unbedingt eine langsame Injektionsgeschwindigkeit, ausgenommen bei Tieren bis zu 40 kg Gewicht, denen diese Dosis gefahrlos innerhalb von 30 Sekunden eingespritzt werden dürfe. Schwerern Tieren injiziert er zunächst rasch eine Einschlafdosis von 5—8 ccm oder den ersten Drittel der berechneten Gesamtdosis in 10 Sekunden (*Völker und Barke* 1938), worauf sich die Tiere hinlegen. Dann injiziert er langsam 4 ccm pro Minute nach, bis zur Dosis 0,2 ccm pro kg Körpergewicht. Verschwindet aber der Lidreflex schon bevor die gesamte Menge eingespritzt worden ist, unterbricht er die Injektion, um einen langen Nachschlaf zu verhüten. Bei Narkosen zu Laparotomien oder länger dauernden Operationen wird von allen Autoren eine Dosis von 0,2 ccm pro kg Körpergewicht verlangt, die allerdings bei den Versuchen von *Silbersiepe* (1936) zu starker Abflachung oder Aussetzen der Atmung führte, was wohl auf die zu rasche Injektion zurückzuführen war. Durchschnittlich wird mit Eunarcon eine Narkosedauer von 7—15 Minuten erzielt, auf die ein Nachschlaf bis 20 Minuten folgt. Die Tiere befinden sich dabei in tiefer Bewußtlosigkeit. Beim Anlegen des Hautschnittes, Hervorziehen des Hodens oder Eröffnen der Bauchhöhle, beobachtet man mitunter Zuckungen

und bisweilen auch Bewegungen der Hinterbeine, die aber nur als Reflexbewegungen und nicht als Ausdruck von Schmerz zu werten sind. Ist die Narkose nicht vollständig, kann ein Drittel der Anfangsdosis nachgespritzt werden, reicht sie auch dann noch nicht aus, ist sie leicht mit Äther zu vertiefen. Todesfälle wegen vorübergehendem Atemstillstand wurden nie beobachtet, hingegen sollen solche nach *Doenecke* (1939) bei Verwendung alter Eunarconlösung, die freie Eunarconsäure enthält, aufgetreten sein. Von Wichtigkeit ist weiter, daß die Tiere nüchtern zur Narkose vorgeführt werden und ihnen nach dieser kein Futter gereicht wird, da noch längere Zeit mit einer Schlundkopflähmung zu rechnen ist. Bei paravenöser Injektion tritt am Ohr eine örtliche Schwellung auf, die in vereinzelt Fällen zu umschriebener Hautnekrose führt, was aber dadurch verhütet werden kann, daß die Quaddeln mehrmals skarifiziert und ausgedrückt werden.

Das Kurznarkotikum Eunarcon ist bei richtiger Dosierung und Injektionstechnik unschädlich. Wegen seiner großen narkotischen Breite, der kleinen zu injizierenden Flüssigkeitsmenge und der meistens genügenden Narkosetiefe, ist es allgemein beliebt.

c) Nembutal

Nembutal (Pentobarbital-Natrium) wird in Amerika zur Narkose beim Schwein verwendet. Nach *Kernkamp* (1939) besitzt es eine größere narkotische Breite und einen kürzeren Wirkungseffekt als die früher verwendeten Barbitursäurederivate. Nach *Wright* (1939) sind Tieren bis 90 kg 0,029 g pro kg Körpergewicht und solchen über 100 kg nicht mehr als 0,02 g pro kg Körpergewicht zu verabreichen.

Fowler (1940) beobachtet manchmal Atemstörungen und empfiehlt die langsame Injektion, sowie die sorgfältige Prüfung des Korneareflexes.

d) Evipan-Natrium

Evipan-Natrium eignet sich auf Grund der Versuchsergebnisse von *Reichwald* (1933), sowie *Völker* und *Krause* (1948) nicht zur allgemeinen Betäubung des Schweines. Wohl kann das

sonst beobachtete Exzitationsstadium durch eine sog. Sturzinjektion — 0,2 ccm pro kg Körpergewicht der 10%igen oder 0,1 ccm pro kg Körpergewicht der 20%igen Lösung intravenös — vermieden werden. Das Toleranzstadium beträgt nur 1—2 Minuten. Auch durch eine Nachinjektion wird nur ein schlafähnlicher Zustand mit herabgesetzter Schmerzempfindung erreicht.

3. Intraperitoneal applizierte Narkotika

a) Chloralhydrat

Cadéac et Malet veröffentlichten im Jahre 1891 eine Abhandlung über die Narkose durch intraperitoneale Einspritzung von Chloralhydrat, die an Pferden und Hunden vorgenommen wurde.

Erst im Jahre 1928 wurden von *Fraser* Versuche beim Schwein unternommen. Er benützte eine 25%ige wässrige Lösung von Chloralhydrat, der er 7 % Gummi arabicum zusetzte. Davon applizierte er 3,5 — 5,0 g Chloralhydrat auf 20 kg Körpergewicht. Die Narkose war tief und dauerte bis 90 Minuten. Bei Säugetieren der Atmung gab er Strychnin subkutan.

In einer andern Abhandlung berichtet *Fraser* (1929) über weitere Versuche. Er benutzte als Lösungsmittel physiologische Kochsalzlösung mit 7% Gummi arabicum. Mit 17,5 — 25%igen Lösungen erzielte er bei Dosen von 0,19 — 0,25 g pro kg Körpergewicht eine brauchbare Narkose, die eine halbe bis eineinhalb Stunden anhielt.

Middelkoop (1935) hat sehr eingehende Untersuchungen über die intraperitoneale Chloralhydratnarkose bei jungen Schweinen durchgeführt. Er benutzte nur wässrige Lösungen ohne Zusätze. Er kommt zum Schluß, daß bei Konzentrationen über 5% meist nachteilige peritoneale Reizungen auftreten. Er empfiehlt deshalb 3 — 5%ige Lösungen und eine Dosis von 0,33 g Chloralhydrat pro kg Körpergewicht, womit er regelmäßig eine befriedigende Narkose erzielte, die nach 10 — 20 Minuten eintrat und etwa $\frac{1}{4}$ Stunde anhielt.

Scholz (1938) hält 0,25 g pro kg Körpergewicht in 5%iger Lösung für die günstigste und niedrigste Dosis.

Novy (1938) applizierte einem Schweine zur Ausführung des Kaiserschnittes 300 ccm einer 10%igen Chloralhydratlösung intraperitoneal.

Hartog und *Klarenbeck* (1938) verwenden $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ g Chloralhydrat pro kg Körpergewicht. Sie unterscheiden 3 Stadien: das Beginnstadium (ca. 15 Minuten), das Stadium der Narkose (Toleranz ca. 1½ Stunden) und die Periode des Erwachens (ca. 2¼ Stunden). In der Periode des Erwachens ist die Körpertemperatur noch sehr niedrig, sodaß es notwendig ist, die Tiere post operationem für einige Stunden in einem warmen Stall unterzubringen.

Ammann (1940), *Westhues* (1940), *Ullrich* (1942), *Vogel* (1942) und *Bolz* (1943) bedienen sich in gleicher Weise wie *Hartog* (1938) der intraperitonealen Chloralhydratnarkose bei jungen Schweinen bis zu einem Gewicht von 50 kg.

b) Nembutal

Fowler (1940) gibt als mittlere Dosis bei intraperitonealer Anwendung von Nembutal 0,0285 g pro kg Körpergewicht an. Bis zum Eintritt der Anästhesie verstreichen etwa 25 Minuten. Vom Moment der Injektion bis zum Zeitpunkt, bei dem sich wieder Zeichen des Erwachens zeigen, dauert es selten weniger als 60 Minuten. Von 13 Schweinen konnte an 9 der operative Eingriff schmerzlos ausgeführt werden.

c) Rectidon

Minor (1938) injizierte einem 18 kg schweren Eber 0,3 ccm Rectidon pro kg Körpergewicht intraperitoneal. Es bestand eine tiefe Narkose, in der die Entfernung des linken Hodens unter schwacher Reflexäußerung beim Hautschnitt ausgeführt werden konnte.

d) Technik der intraperitonealen Injektion

Fraser (1929) läßt das Schwein an den Hinterbeinen hochheben, und sticht die Kanüle, die durch einen Schlauch mit einem Infu-

sionsapparat verbunden ist, in den Bauchraum ein. Bei großen und fetten Tieren macht er die Infusion in Seitenlage.

Middelkoop (1935) hängt die Schweine an den Hinterfüßen auf und sticht die Kanüle etwa in der Mitte zwischen Nabel und Vorderrand des Schambeins etwas seitlich der Mittellinie ein.

Scholz (1938) verwendet zur intraperitonealen Injektion Kanülen, deren Spitzen etwas abgeschliffen worden sind, damit eine Schädigung des Darms vermieden wird. Die an den Hinterbeinen hochgehaltenen Tiere verhalten sich viel ruhiger, wenn sie nicht ganz frei hängen, sondern sich mit dem Rüssel oder den Vorderbeinen auf dem Boden stützen können. Bei sehr unruhigen Tieren kann der Gehilfe den Kopf oder die Brust des Tieres zwischen den Beinen festklemmen. Die Kanüle wird etwas seitlich der Linea alba am beckenwärtigen Drittel zwischen vorderem Schambeinrand und Nabel, etwas schräg nach unten, eingestochen. Sie dringt mit einem fühlbaren Ruck durch die gespannte Bauchwand und das Peritoneum und läßt sich dann wesentlich leichter weiter schieben.

4. Subkutane Applikation

Reichwald (1933) injizierte einem Schweine von 42 kg Körpergewicht 10 ccm einer 10%igen *E v i p a n* - *N a t r i u m* Lösung subkutan. Nach 12 Minuten stellte sich ein leichter, schlafartiger Zustand von kurzer Dauer ein. Nachwirkungen lokaler oder allgemeiner Natur zeigten sich nicht.

Derselbe Autor injizierte 0,44 g *L u m i n a l* - *N a t r i u m* in fraktionierten Dosen einem 42 kg schweren Schwein subkutan. Es trat kein Schlaf ein. Nachwirkungen allgemeiner oder lokaler Natur traten ebenfalls nicht auf.

Minor (1938) applizierte einem Schwein 0,4 ccm *R e c t i d o n* pro kg Körpergewicht subkutan. Es wurde damit keine Narkose erzielt. An der Injektionsstelle zeigten sich nach einiger Zeit Schwellungen.

5. Intramuskuläre Applikation

Reichwald (1933) injizierte einem Schwein von 42 kg Gewicht 10 ccm einer 10%igen *Evipan-Natrium* Lösung intramuskulär am Hals. Nach 4 Minuten trat leichtes Unwohlsein und danach Ruhebedürfnis auf. Nach 12 Minuten hörten diese Erscheinungen wieder auf.

Tabelman (1945) versuchte bei der Operation von Hernien und der Eberkastration eine Narkose mittels intramuskulärer Injektion von *Nembutal* herbeizuführen. Jungen Schweinen spritzte er pro 2,5 kg und großen Schweinen pro 3—3,5 kg Körpergewicht 1 ccm *Nembutal* intramuskulär. Es wurden dabei sehr gute Resultate erzielt. In 10—15 Minuten hatte sich vollständige Anästhesie eingestellt. Besonders zur Operation von jungen Schweinen erwies sich diese Methode als sehr zweckdienlich.

Goebel (1935) unternahm Versuche mit der intramuskulären Injektion von *Pernocton* und *Rectidon* beim Hund und Schwein. Hinsichtlich der Narkosetiefe fielen die Resultate beim Schwein nicht so günstig aus wie beim Hund. Die Schweine reagierten ganz verschiedenartig. Die Schmerzempfindung war in keinem Falle vollkommen aufgehoben. Tiere, die ziemlich reagierten, befanden sich meistens in einem mäßigen Nährzustand. Ein ausgeprägtes Exzitationsstadium konnte nie festgestellt werden und die Tiere legten sich mit beiden Narkosemitteln nach verhältnismäßig kurzer Zeit (6 — 20 Minuten) hin — um so früher je höher die Dosis war — und schliefen ein. Der Schlaf dauerte 1½ — 25 Stunden. Als erforderliche Dosis sind 0,4—0,6 ccm pro kg Körpergewicht zu wählen. Die Injektion muß an möglichst vielen Stellen tief in die Muskulatur erfolgen. Nach *Pernocton*-Injektion zeigten die Tiere während des Schlafes Muskelzittern, zuweilen Schwimmbewegungen mit den Gliedmassen und zyanotische Verfärbung der Haut an Bauch und Unterbrust. Die Atmung erfolgte tief und ergiebig, während die Zahl der Atemzüge unverändert blieb.

6. Rektale Applikation

Fraser (1928) infundierte Schweinen 17,6 g Chloralhydrat pro 20 kg Körpergewicht in wässriger Lösung mit Gummi arabicum rektal. Diese Methode war unzuverlässig, da die Flüssigkeit meistens wieder ausgepreßt wurde, was sogar zu Mastdarmvorfall führen kann.

Hofer (1932) machte von der rektalen Chloralhydratapplikation bei der Kastration von weiblichen Schweinen Gebrauch. Dabei verabfolgte er 4 g Chloralhydrat pro 10 kg Körpergewicht als Klyσμα. Bei Beginn der eigentlichen Operation mußte die Narkose meist noch mit Chloroform ergänzt werden.

Minor (1938) erzielte mit dem rektalen Hypnotikum Rectidon eine operationstüchtige Narkose. Die Dosierung beträgt 0,4 bis 0,8 ccm pro kg Körpergewicht. Junge Tiere benötigen verhältnismäßig höhere Dosen als ältere. Der Schlaf, der nach durchschnittlich 15 Minuten eintrat, ging nach weiteren 5—30 Minuten in eine tiefe Narkose über, die 30 Minuten bis 1 Stunde anhielt und dann mit einem verschieden langen Nachschlaf langsam abklang. Wegen der lange dauernden Narkosevorbereitungen kommt diese Methode für die Praxis nicht in Frage.

7. Perorale Applikation

Kucera (1934) verwendete bei Schweinen Chloralhydrat per os mit Sonde in Gaben von 0,32 — 0,36 g pro kg Körpergewicht als Hypnotikum und Sedativum. Der Schlaf dauerte 6 — 12 Stunden.

Fowler (1940) erzielte bei einem Schwein, dem er pro kg Körpergewicht 0,036 g Nembutal per os gab, eine Narkose, die mehr als 4 Stunden dauerte.

8. Elektrische Betäubung

Breer (1936) kommt zum Schluß, daß die Methode der elektrischen Betäubung von Schweinen noch nicht praxisreif ist.

E. Narkose mit Narconumal

Narconumal, das Natriumsalz der 1-Methyl -5, 5-allylisopropyl-barbitursäure, hergestellt von der Firma Hoffmann-La Roche & Co., in Basel, wird in der Humanmedizin schon etliche Jahre zu Kurznarkosen und als Basisnarkotikum verwendet. Die hervorstechenden Eigenschaften der intravenösen Narkotika der Barbitursäuregruppe im Vergleich zu den früher intravenös applizierten Mitteln sind die Schnelligkeit, mit der die Betäubung eintritt, die kurze Dauer derselben und die durch die große therapeutische Breite gewährleistete Sicherheit. Ihre Konzentration im Blut hängt von der Menge des injizierten Narkotikums pro Zeiteinheit und von der Schnelligkeit des chemischen Abbaues, der vor allem in der Leber vor sich geht, ab (Demole 1937). Was die toxische Wirkung des Präparates Narconumal betrifft, hat *Demole* durch Experimente an Kaninchen und Katzen festgestellt, daß der Tod stets durch Atemstillstand eintritt, während das Herz noch weiter schlägt.

a) Erfahrungen in der Humanmedizin

Die Tauglichkeit des Narconumals zur Narkose wurde bereits an den meisten chirurgischen und gynäkologischen Kliniken der Schweiz erprobt. Während *Jentzer* (1937) und *Reimann-Hunziker* (1943) von einer medikamentösen Vorbereitung des Patienten absehen, empfehlen *Mayer* (1939), *Schänker* (1940), *Samuel* (1941) und *Brunner* (1944) die Anwendung eines Pränarkotikums in Form von Morphin, Strychnin, Pantopon, Atropin oder Scopolamin. Dadurch soll ein schnelleres und ruhigeres Einschlafen, Vertiefung der Narkose und eine Herabsetzung der benötigten Dosis des Narkotikums erreicht werden (*Schänker* 1940).

Hinsichtlich der Dosierung von Narconumal ist besonders darauf hinzuweisen, daß sie streng individuell zu erfolgen hat, da die zur

Narkose nötige Dosis sehr stark schwankt und daß langsam injiziert werden muß.

Das Einschlafen erfolgt rasch und starke Errungszustände fehlen in der Regel. Zu Beginn der Operation wurde niemals Muskelzittern beobachtet (Jentzer 1937). Am Anfang der Narkose geht die Atmung mehr stoßweise vor sich und der Puls ist beschleunigt, später wird die Atmung ruhiger und der Puls wieder langsam (Schänker 1940).

Die Qualität der Narkose war in fast allen Fällen gut. Aetherzusatz zur Vervollständigung der Narkose wird bei Operationen an der Haut und im Unterhautzellgewebe, bei Laparotomien und langdauernden Operationen nötig. Zur Abschätzung der Narkosetiefe kann der Korneareflex nicht beigezogen werden, denn *Schänker* (1942) beobachtete, daß dieser in 62% der Fälle erhalten blieb. Die Schlafdauer ist nur beschränkt von der Dosis abhängig und währt durchschnittlich 60 Minuten, während die Somnolenz jedoch noch 6—8 Stunden anhält. Spätfolgen der Narkose wie Erbrechen oder Erregungszustände sind sehr selten zu beobachten und eine Beeinflussung des Kindes durch Narconumal bei gynäkologischen Operationen besteht nicht (Samuel 1941). Auffallend und bemerkenswert ist das vollständige Fehlen von Komplikationen seitens der Lunge, es treten keine Pneumonien auf. Bei paravenöser Injektion von Narconumal stellen sich keine Spätfolgen wie Thrombose der Venen ein.

Kontraindiziert ist die Narconumal-Narkose bei schweren septischen Erkrankungen, Leberschädigungen, Herzdekompensation, behinderter Atmung oder Atemzentrumsaffektionen (*Schänker* und *Koller* 1941) und bei Nierenleiden, also in Fällen, wo auch eine andere Form der Narkose nicht angewendet werden kann.

b) Erfahrungen beim Pferd

In 36 Versuchen mit Narconumal beim Pferd, stellt *Brunner* (1947) fest, daß die Narconumalbetäubung eine typische Kurzbetäubung ist. Mit der 10%igen Lösung läßt sich eine tiefe, reflexlose Narkose erzielen, bei der allerdings in der Regel die Hautsensibilität noch leicht vorhanden, sowie der Kornea- und Konjunktivalreflex

noch erhalten sind. Es wird speziell darauf hingewiesen, daß die Dosierung individuell erfolgen muß, wobei die mittlere Dosis für eine Vollnarkose bei 0,024 g pro kg Körpergewicht liegt. Die narkotische Dosis steht in direktem Verhältnis zur Injektionsgeschwindigkeit, d. h. je rascher man injiziert, um so geringer ist die minimale narkotische Dosis. Zu langsame Injektion oder die Verabreichung von subnarkotischen Dosen führen zu einem pränarkotischen Erregungsstadium. Das Toleranzstadium wird sehr schnell erreicht, wobei die Pulsfrequenz unmittelbar nach der Injektion erheblich ansteigt und deren Maximum das Doppelte bis Zweieinhalbfache der Ruhepulsfrequenz betragen kann. Die Atemfrequenz sinkt hingegen bei beginnender Narkose stark ab und der erste Atemzug setzt gewöhnlich erst 30 — 60 Sekunden post injectionem mit tiefer Inspiration ein. Zu schnelle Injektion hoher Dosen kann zu Atemstillstand bis 1½ Minuten führen. Die Dauer der Narkose beträgt 11 — 14 Minuten, der Nachschlaf 5 — 10 Minuten, an den sich eine postnarkotische Nachhandparese bis zu 40 Minuten anschließt. Das Erwachen erfolgt ziemlich rasch. Fohlen fallen rascher in Vollnarkose als erwachsene Pferde, bei denen das Erlöschen der Reflex- und Tonusfunktionen gegenüber dem Verlust des Bewußtseins etwas verzögert ist. Eine ungenügende Narkose läßt sich ohne weiteres durch Nachspritzen vertiefen. Die Körpertemperatur sinkt nach 5 — 10 Minuten um 2 — 3 Zehntelsgrade ab, um nach 1 — 2 Stunden wieder auf den Ausgangswert zurückzukehren. Bei paravenöser Injektion von Narconumal treten vorübergehende Reizerscheinungen auf, die jedoch ohne Folgen bleiben, sofern keine Sekundärinfektion dazu kommt. Kontraindiziert findet *Brunner* die Narconumalnarkose bei schweren Leberschädigungen und Myokarddegenerationen.

Wegen des langen Nachschlafes, der postnarkotischen Motilitätsstörung und der rasch einsetzenden Wirkung des Narkotikums, was am stehenden Pferd zu schlagartigem Niederfallen führt, findet *Brunner* das Narconumal für den Klinikbetrieb als nicht sehr geeignet. Zum Töten von Pferden eignet es sich dagegen in denjenigen Fällen vorzüglich, wo das Gehirn zum Zwecke von pathologisch-histologischen Untersuchungen durch Schußbetäubung nicht verletzt werden darf.

c) Erfahrungen beim Rind

Die ersten Anhaltspunkte über die Wirkung von Narconumal beim Rind stammen von *Unger* in Basel aus dem Jahre 1940, der es versuchsweise zur allgemeinen Betäubung beim Schächten anwandte. Er applizierte Narconumal in wässriger Lösung intravenös, was ein plötzliches Niederstürzen der Tiere zur Folge hatte. Die Narkosedauer war dabei kurz (5 — 10 Minuten) und das Aufwachen erfolgte stets ruhig ohne Exzitation. Der Nachschlaf dauerte 70 — 95 Minuten. Als mittlere Dosis, die bis zum Narkoseeintritt benötigt wurde, gibt er 0,03 g pro kg Körpergewicht an und bemerkt dazu, daß damit eine Schädigung oder Gefährdung des Lebens des Tieres nicht zu befürchten sei.

Gestützt auf diese Angaben unternahm *Rölly* (1943) weitere Narkoseversuche mit Narconumal beim Rind. Bei einer Injektionsgeschwindigkeit von 10 ccm pro Minute der 10%igen Lösung trat sehr rasch eine gute Narkose ein, die 5 — 10 Minuten dauerte, um dann ruhig in den Nachschlaf überzugehen, der im extremsten Fall 7 Stunden lang anhielt. Diese Applikationsmethode scheint ihm beim Rind die günstigste zu sein.

Durch Dauerinfusion der 10%igen Lösung gelang es ihm, die Narkosedauer auf 13 — 38 Minuten zu erhöhen. Zu Beginn der Narkose steigerte sich dabei die Pulszahl ziemlich schnell, um erst nach der Betäubung wieder allmählich zu sinken. Das Verhalten des Korneareflexes bot, wie dies in der Humanmedizin von *Schänker* bereits betont wurde, keinen sicheren Anhaltspunkt für die Narkosetiefe. Obwohl die Narkosen ruhig und tief waren, trat in einem Fall zu Beginn der Narkose, in einem anderen beim Aufwachen ein leichtes Erregungsstadium auf. Ferner mußte die Infusion unterbrochen werden, weil die Atmung aussetzte oder die Pulszahl beängstigend gestiegen war. Er stellte fest, daß nichts anderes übrig bleibe, als die Infusionsgeschwindigkeit gestützt auf die Beobachtung an Herztätigkeit, Atmung und Reflextätigkeit von Minute zu Minute zu regulieren. Bei einer Infusionsgeschwindigkeit von 10 ccm pro Minute der 5%igen Lösung erzielte er lediglich einen Rauschzustand der Tiere. Erhöhte er die Infusionsgeschwindigkeit auf 20 oder gar auf 40 ccm pro Minute der 10%igen Lösung, trat wohl eine tiefe Narkose ein, die um

so kürzer wurde, je höher die Infusionsgeschwindigkeit war. Auch die anschließend an die Narkose sich einstellende Exzitation war heftiger, je rascher injiziert wurde.

Von besonderer Wichtigkeit ist es auch, daß die Tiere nur in nüchternem Zustand betäubt werden, da sonst Blähungen, die mit Würgen und Erbrechen eingeleitet werden, auftreten.

Die subkutane Applikation von 0,035 g pro kg Körpergewicht in 30%iger Lösung führte zu keiner Beeinflussung des Sensoriums. Folgenden Tages zeigten sich an den Injektionsstellen nicht unerhebliche entzündliche Schwellungen, die jedoch zu keiner Störung des Allgemeinbefindens führten und nach einer Woche wieder verschwunden waren.

Bei intraperitonealer Injektion von 0,03 g pro kg Körpergewicht in 10%iger Lösung fiel das Tier nach 3 Stunden, in 20%iger Lösung nach 80 Minuten post injectionem in einen leichten Schlafzustand. Bei der Schlachtung zwei Tage nach dem Versuch war um die Einstichstelle noch eine schwache diffuse Rötung festzustellen.

Er kommt zum Schluß, daß Narconumal allein angewandt, für die Narkose des Rindes in der Praxis nicht zu gebrauchen sei und sich höchstens als Basisnarkotikum eigne. Die Genußtauglichkeit des Fleisches wird durch Narconumal nicht beeinträchtigt.

d) Erfahrungen beim Hund

Die einfache Betäubung mit Narconumal führt beim Hund ebenfalls zu einer typischen Kurzarkose. *Bachmann* (1948) verwendet dazu die 10%ige Lösung bei einer Dosierung von 0,03 g pro kg Körpergewicht und erzielt damit eine Schlafdauer von 10 — 12 Minuten Dauer. Das Erwachen beginnt mit starken Exzitationserscheinungen, die durchschnittlich 15 — 45 Minuten andauern. Der eigentliche Nachschlaf ist sehr kurz und kann in gewissen Fällen ganz fehlen. Um die starke Einwirkung des Narconumals auf Kreislauf und Atmung zu mindern, empfiehlt er, die Tiere vor der Narconumalnarkose in Pantopon-Basisnarkose zu legen.

e) Eigene Versuche beim Schwein

Obwohl bereits zahlreiche Versuche und Erfahrungen mit intravenösen Narkotika der Barbitursäuregruppe beim Schwein vorliegen, stellten wir uns die Aufgabe, die Wirkungsweise eines weiteren Abkömmlings dieser Gruppe zu prüfen. Die einerseits sehr guten Resultate mit Narconumal in der Humanmedizin, sowie beim Hund, und andererseits die nicht besonders günstig lautenden Urteile bei Pferd und Rind, bewogen uns zu solchen Versuchen beim Schwein, die deshalb auch wünschenswert schienen, da das am meisten verbreitete Präparat Eunarcon momentan nicht erhältlich ist.

Die Wirkung des Narconumals bei intravenöser Applikation beim Schwein wurde in 42 Versuchen ausprobiert.

Schon zum voraus waren wir uns bewußt, daß Narconumal als Schlafmittel und somit als Kurznarkotikum nicht zur Erzielung eines längeren Toleranzstadiums, sondern zur Herbeiführung eines schlafähnlichen Zustandes mit herabgesetzter Schmerzempfindung und gemilderten Abwehrbewegungen benutzt werden kann.

Zur erfolgreichen intravenösen Injektion gehört die Kenntnis der Fixations- und Injektionstechnik, die im folgenden Abschnitt kurz zusammengefaßt sei.

Fixations- und Injektionstechnik

Auf Grund der Literaturangaben und der eigenen Erfahrungen sei für die Fixation und Injektionstechnik folgendes Vorgehen empfohlen:

Das in die Spritze aufgesogene Narkotikum, Kanülen, Watte, Desinfektionsmittel und die für die vorzunehmende Operation nötigen Instrumente werden in greifbarer Nähe bereitgelegt. Hierauf wird das Tier fixiert, wobei man sich den vorliegenden Raumverhältnissen und dem Temperament des Tieres anzupassen hat. Einige praktische

Die Herstellerfirma Hoffmann-La Roche stellte uns in zuvorkommender Weise die gewünschten Versuchsdosen zur Verfügung, wofür wir ihr an dieser Stelle bestens danken.

Erfahrungen mögen als Hinweise dienen, wie man dabei vorgehen kann.

Kleinere Schweine läßt man von einer Hilfsperson auf einem Tisch in Seitenlage halten.

Am schwierigsten gestaltet sich die Fixation in der Regel bei Tieren zwischen 40 — 80 kg, da sie sich meistens sehr ungebärdig benehmen. Der Versuch, ihnen eine Oberkieferschlinge anzulegen, scheitert gewöhnlich wegen der zu schwach entwickelten Oberkieferzähne. Wollen wir das Tier nach der Injektion in rechter Seitenlage haben, wird am rechten Hinterbein oberhalb des Fesselgelenkes ein Strick befestigt und dieser durch einen Ring am Boden gezogen und verschlauft. Am linken Vorderbein wird in gleicher Weise vorgegangen, der Strick ebenfalls durch einen Ring geführt und so stark angezogen, bis das rechte Hinter- und linke Vorderbein gestreckt sind, wodurch das Tier auf Brust und Bauch zu liegen kommt. Meist versuchen sich die Tiere aus dieser Lage zu befreien, beruhigen sich aber ziemlich rasch, worauf die Injektion ohne große Abwehrbewegungen ausgeführt werden kann.

Ueber 100 kg schwere Tiere lassen die Injektion oft ohne vorhergehende Fesselung geschehen, besonders dann, wenn vor der Operation eine Fütterungszeit ausgelassen worden ist und ihnen vor der Injektion etwas Futter vorgelegt wird. Benehmen sich aber die Tiere trotzdem ungebärdig, fesselt man sie mittels Oberkieferschlinge. Es ist darauf zu achten, daß ein starker, nicht zu dicker Strick benützt und der Kopf tief gebunden wird, bis die Rüsselscheibe den Boden berührt.

Die intravenöse Injektion führen wir an demjenigen Ohr durch, welches die günstigsten Venenverhältnisse aufweist. Die Oberfläche desselben wird mit einem in lauwarmem Wasser angefeuchteten Wattebausch vom Schmutz befreit und die vorgesehene Injektionsstelle mit einem Jodanstrich versehen. Man sucht sich eine Vene aus, die sich am besten abzeichnet und möglichst am unteren Rande des Ohres gelegen ist. Die Injektionsstelle wähle man an dieser Vene wiederum möglichst nahe der Ohrspitze, weil sie dort zwischen Haut und Knorpel am besten fixiert ist und durch die einstechende Kanüle nicht zur Seite geschoben wird. An dieser Stelle hebt man mit einer

Pinzette über der Vene eine Hautfalte ab und schneidet diese mittels eines Scherenschlages quer zum Gefäß ab, sodaß dieses nun deutlich hervortritt (Bolz 1936).

Wird dieses Vorgehen nicht angewendet, so verstopft die Kanüle meistens mit einem ausgestanzten Hautstück.

Wird beispielsweise die Injektion am rechten Ohr vorgenommen, so kniet ein Gehilfe auf der rechten Seite des Tieres nieder und komprimiert die Vene am Ohrgrund mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand. Blutstauungen mittels einer Arterien- oder einer Darmklemme (Kirsch 1942) verursachen heftiges Kopfschütteln, da das Anziehen der Klemme Schmerz verursacht. Wir ziehen deshalb die Kompression mit der Hand vor.

Ist die Vene genügend gestaut, kniet der Operateur vor das Tier, hält mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand die Ohrspitze, wobei gleichzeitig das Ohr auf der linken Handfläche liegt. Die rechte Hand führt die Kanüle in die Vene ein. An der leichten Verschiebbarkeit der Nadel spürt man sofort, daß sich diese im Gefäßlumen befindet. Ist dies der Fall, so wird die Nadel möglichst in ihrer ganzen Länge in die Vene eingeschoben und dann wieder etwa einen Zentimeter zurückgezogen. Bei richtiger Lage der Kanüle tropft sofort Blut nach außen ab. Jetzt hört der Gehilfe mit dem Stauen auf und fixiert die Kanüle kräftig mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand. Auch jetzt ist die Fixation mittels Arterien- oder Darmklemme nicht ratsam, da das Tier aus schon erwähnten Gründen den Kopf schüttelt und die Nadel trotzdem aus der Vene gleitet.

Während der Operateur den Nadelkonus zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand fixiert, setzt er mit der Rechten die gefüllte Spritze unter leicht drehender Bewegung auf. (Vgl. Abb. 1 und 2). Den Zylinder der Spritze zwischen Zeige- und Mittelfinger der rechten Hand haltend, preßt der Daumen den Kolben hinein. Die vorgeschriebene rasch zu injizierende Lösungsmenge ($\frac{1}{2}$ der Dosis, vergl. Seite 33) wird auf diese Weise appliziert und darauf die Spritze vom Konus gelöst. Der Gehilfe muß gerade jetzt die Kanüle gut halten, da nun in der Regel ein kurzes, kräftiges Kopfschütteln einsetzt. Durch leichtes Drücken an der Schulterpartie des Tieres ist leicht zu erreichen, daß das Schwein sich so legt, daß sich das

Ohr, an dem die Injektion vorgenommen wird, oben befindet. Sobald sich das Tier in Seitenlage befindet, wird die Spritze nochmals aufgesetzt und der Rest der Lösung langsam infundiert. Darauf werden Spritze und Kanüle zusammen entfernt. Die Einstichstelle klemmt man am besten mit einem Péan ab, um die Nachblutung aus der Vene zu stillen.

Zur Injektion eignen sich am besten Kanülen von 1,2 — 1,4 mm Innendurchmesser, einer Länge von 3 — 3,5 cm und einer auf ca. 30° zugeschliffenen Spitze, die eine Verletzung der Gefäßintima auf ein Minimum beschränkt. Mißlingt das Anstechen einer Vene, so kann zunächst eine andere Vene am gleichen Ort benutzt oder die Injektion am andern Ohr wiederholt werden. Daß die Kanüle nicht in der Vene sitzt, zeigt sich auch dadurch, daß bei der Injektion ein vermehrter Druck auf den Kolben ausgeübt werden muß und sich über der Vene eine Quaddel bildet. Um Komplikationen zu vermeiden, wird die Quaddel ausgedrückt, worauf größere Schwellungen und Nekrosen ausbleiben.

Dosierung

Während in der Humanmedizin alle Autoren, die Barbitursäurederivate intravenös angewandt haben, hervorheben, daß die langsame Injektion die erste Bedingung des Erfolges sei, wurde in der Veterinärmedizin schon nach Abschluß der ersten Versuche mit diesen Schlafmitteln beim Schwein die gestaffelte oder gar rasche Applikationsweise mehrheitlich befürwortet. Die langsame Injektion ist deshalb anzustreben, weil sie es möglich macht, die Narkosen zu individualisieren. Gesunde Tiere vertragen wohl die vorgeschriebene Dosis, aber das eine oder andere Tier benötigt diese nicht ganz. Im Interesse eines möglichst kurzen Nachschlafes ist diese Tatsache zu beachten. Ein weiterer Grund, der die langsame Injektion rechtfertigt, ist, daß wir unsere Patienten vor der Narkose nicht so eingehend auf ihren Gesundheitszustand untersuchen können, wodurch Fälle, die sich dafür nicht eignen, nicht ausgeschaltet werden. Eine genaue Beobachtung während der langsamen Injektion macht diesen Nachteil wett. Da die intravenöse Narkose nicht steuerbar ist, ermöglicht uns die langsame Applikationsweise, beim Auftreten von Störungen

die Injektion schnell abubrechen. Auf diese Weise können wir die Gefahr der unsteuerbaren Narkose bedeutend verringern.

Die langsame Injektion weist aber den großen Nachteil auf, daß es dabei nicht möglich ist, den Widerstand der Tiere rasch zu brechen, und die erzielten Narkosen sehr kurz, nicht immer reflexlos und größtenteils unbefriedigend sind. Der Grund dazu ist darin zu suchen, daß während der Injektion bereits ein Teil des Narkotikums in der Leber abgebaut wird, also nicht voll zur Wirkung gelangen kann.

Die rasche Applikation der gesamten Dosis immobilisiert wohl sofort das Tier, aber die Gefahr, daß Narkosezwischenfälle, wie Atemstillstand und Herzarrhythmien, auftreten, ist ziemlich groß, da die in der Zeiteinheit auf dem Blutweg ins Gehirn anflutende Menge zu massiv ist und dadurch an und für sich therapeutische Dosen toxisch wirken. Es wird also die individuelle Gestaltung der Narkose verunmöglicht.

Diesen Faktoren Rechnung tragend, wählten wir in den meisten Fällen die gestaffelte Injektion. Durch anfängliches rasches Injizieren einiger cem des Narkotikums wird das Zentralnervensystem plötzlich überflutet (Sturzinjektion nach Völker). Der Widerstand des Tieres wird innerhalb weniger Sekunden gebrochen, worauf der Rest des Narkosemittels langsam, unter spezieller Beobachtung der Atemtätigkeit, nachinjiziert wird. Mit dieser Methode gelingt es, die Tiere rasch zu immobilisieren und die Narkose individuell zu gestalten.

Zur Bestimmung der Dosierung des Narconumals beim Schwein gingen wir von den Angaben für Mensch, Pferd und Rind aus. Es zeigte sich, daß auch hier die Dosis zwischen 0,02—0,03 g pro kg Körpergewicht Geltung hat. Die Höhe der narkotischen Dosis hängt nicht allein von der Injektionsgeschwindigkeit, sondern auch von individuellen Faktoren, wie Alter, Gewicht und Nährzustand ab. Die Anwendung der gestaffelten Injektion berücksichtigt auch diese Momente.

Als durchschnittliche Dosierungsnorm können wir folgendes Schema angeben:

Schweine bis 100 kg	0,03 g/kg Körpergewicht
Schweine von 100—200 kg	0,025 „ „
Schweine über 200 kg	0,02 „ „
Laparotomien	0,03—0,04 g/kg

Der erste Drittel der Gesamtdosis des Narkotikums wird rasch injiziert, worauf sich die Tiere innerhalb kurzer Zeit legen. Sobald dies geschehen ist, werden die restlichen ccm langsam im Zeitraum von 2—3 Minuten nachinjiziert. Stellt sich während der Nachinjektion eine erhebliche Abflachung der Atmung ein, wird die Injektion abgebrochen.

Bei Schweinen bis 100 kg verwenden wir eine 10%ige, bei Tieren über 100 kg eine 15%ige Narconumallösung, da dadurch die zu injizierende Flüssigkeitsmenge verringert wird.

Herstellung und Konzentration der Lösung

Die Herstellerfirma liefert Narconumal als weißliches, körniges Pulver in größeren Quanten in Flaschen abgefüllt, oder schon abgewogen zu 0,5 oder 1,0 g in Ampullen eingeschmolzen mit dem dazu gehörigen destillierten Wasser. Die Lösung des Narconumals erfolgt stets in Aqua destillata. Empfohlen wird die Verwendung einer 10%igen Lösung. Es hat sich aber herausgestellt, daß auch die 15%ige Lösung sehr gut verwendet werden kann, nur wird mit Vorteil das Wasser leicht vorgewärmt, damit sich das Pulver rascher löst. Die 20%ige Lösung eignet sich hingegen nicht. Sie ist zu dickflüssig und fließt infolge ihrer erhöhten Adhäsionskraft in den dünnen Ohrvenen nur sehr langsam ab. Die Ohrvene schwillt dabei bis Bleistiftstärke an und die Einstichstelle verfärbt sich bläulich. Mit der Zeit greift diese Blaufärbung auf das ganze Gebiet des Venenverlaufes über und in dessen Umgebung entsteht eine ödematöse Schwellung. Die günstigste Konzentration liegt zwischen 10—15%.

Wirkung und Verlauf

Während sich die Tiere, besonders wenn sie vor der Injektion injiziert werden müssen, meistens ungebärdig benehmen und schreien,

fallen sie nach rascher Injektion eines Drittels der berechneten Dosis innerhalb weniger Sekunden schlagartig zu Boden. Der Widerstand ist gebrochen und sie geben keinen Laut mehr von sich. Indem man den restlichen Teil des Narkotikums langsam während 2—3 Minuten nachinjiziert, beobachtet man die Atemtätigkeit und den Lidreflex genau. Nach beendeter Injektion sind die Augenlider geschlossen und die Tiere reagieren nicht mehr auf äußere Reize. Sämtliche Reflexe mit Ausnahme desjenigen der Kornea, der häufig etwas träger wird, sind erloschen. Die Muskeln der Gliedmassen und das Abdomen sind erschlafft. Das Toleranzstadium ist nunmehr erreicht und dauert in der Regel 2—6 Minuten, durchschnittlich 3 Minuten. Bereits 1 Minute post injectionem kehren der Zwischenzehenreflex, Schwanzreflex und die Sensibilität an der Rüsselscheibe wieder zurück. Das Deutlichwerden des Lidreflexes weist darauf hin, daß die Narkose vom Toleranzstadium ins analgetische Stadium übergeht, in dem die Schmerzempfindung ausgeschaltet ist, aber wieder Reflexbewegungen auftreten. Die Stärke der Abwehr ist gedämpft, erfordert jedoch eine sorgfältige Fesselung.

Nachdem der Lidreflex wiederum positiv ist, stellt man rasch das Wiedererscheinen der Hautsensibilität fest, die vom Kopf her kommend sich über den ganzen Rumpf und die Gliedmassen ausbreitet. Der Muskeltonus erholt sich langsamer, besonders im Bereiche der Nachhand. Die Tiere befinden sich nun in der Periode des Nachschlafes. Gelegentlich beobachtet man während derselben im Gebiete der Schultermuskulatur leichtes Muskelzittern. 10—20 Minuten post injectionem erscheint auch der Schallreflex wieder. Auf Schalleinwirkungen reagiert das Tier mit Kopfheben oder durch Ausstoßen grunzender Laute. Kurze heftige Geräusche oder Schmerzeindrücke verursachen oft ausgeprägte Exzitationerscheinungen, die sich in starkem Muskelzittern, Schwimmbewegungen oder Schlagen mit allen vier Gliedmassen äußern.

Mit der Zeit vermögen die Tiere sich auf die Unterbrust aufzurichten, fallen dabei aber oft wieder willenlos zur Seite. Sobald sie sich aufzurichten vermögen, beginnen sie emsig Futter zu suchen. Erst 1—3 Stunden post injectionem ist es ihnen möglich, auf den Gliedmassen zu stehen. Auffallend ist dabei die Nachhandschwäche, die sich in schwankendem Gang äußert. Je höher die Dosierung war, um

so ausgeprägter ist diese postnarkotische Erscheinung. Bei den meisten Tieren hält sie noch während 1—2 Tagen an.

In mehreren Fällen kastrieren wir männliche Tiere in Narconumalnarkose. Besonders bei schweren, kräftigen Tieren ist man froh, wenn diese Operation ruhig vorgenommen werden kann. Nach ausgeführter Injektion liegen die Tiere ruhig am Boden. Es werden ihnen aber vorsorglicherweise alle vier Gliedmassen zusammengebunden. Während der nun folgenden Reinigung und Desinfektion des Operationsfeldes geht in den meisten Fällen das Toleranzstadium vorüber, sodaß die Kastration im analgetischen Stadium vorgenommen werden muß. Beim Hautschnitt und Absetzen der Hoden reagiert das Tier meist nur mit geringgradigen Zuckungen bis mittelstarken Abwehrbewegungen, die jedoch auf den Verlauf der Operation keinen störenden Einfluß haben. Besonders angenehm wird es empfunden, daß das Tier während der ganzen Operation keinen Laut von sich gibt.

Nachfolgend sei eine tabellarische Uebersicht wiedergegeben, aus der ersichtlich ist, wie verschieden die einzelnen Individuen auf die Narconumalnarkose reagieren.

Zeichenerklärung:

* Zuckungen bei der Kastration

** leichtgradige Abwehrbewegungen bei der Kastration

*** mittelgradige " " "

**** hochgradige " " "

Injektionsgeschwindigkeit: z. B. $\frac{2}{4}$ = 2 ccm rasch

4 ccm langsam injiziert.

Die Zahlen unter Lidreflex, Hautsensibilität, Muskeltonus und Gehen geben die Anzahl Minuten post injectionem an, nach denen diese Aeüßerungen wieder auftreten.

Gewicht in kg	Dosierung pro kg Körper- gewicht	Injektions- geschwindigkeit	Lid- reflex	Hautsen- sibilität	Muskel- tonus	Behen	Puls post injectionem	Atemzüge post injectionem	Konzent- ration der Lösung	Kastration
46	0,02	rasch	5	7	7	25	160	26	10%	***
50	0,02	rasch				75			10%	**
67	0,02	rasch				75			10%	***
70	0,02	rasch				55			10%	**
70	0,02	rasch				90			10%	
56	0,02	4/7	4	9	13	24	190	20	10%	****
83	0,02	5/13				75			10%	****
69	0,02	4/10				55			10%	**
130	0,02	9/17				205			10%	****
150	0,02	10/20				230			10%	
56	0,02	langsam	1	5	6	33	172	24	10%	*
300	0,02	14/28				40			15%	**
225	0,02	11/25				115			15%	*
140	0,025	7/17,5				195			15%	****
142	0,025	6/20				310			15%	
76	0,03	langsam	6	8	11	46	184	24	10%	**
16	0,03	langsam							10%	**
76	0,03	7/15	1	5	15	57	168	16	10%	**
35	0,03	4/7				85			10%	**
40	0,03	4/8				73			10%	**
83	0,03	6/19	1	3	5	62	164	24	10%	
143	0,03	7/35	3	3	4	245	160	32	10%	**
67	0,03	3/17				70			10%	**
67	0,03	5/15				150			10%	***
69	0,03	6/15				105			10%	
69	0,03	5/16 die 16 ccm zu rasch injiziert, Atemdepression.							10%	*
70	0,03	6/15							10%	*
70		4 ccm rasch, Venenperforation, nochmalige Punktion unmöglich.							10%	***
72	0,03	7/14				60			10%	*
83	0,03	7/18							10%	
35	0,03	rasch	3	5	12	61	190	22	10%	
134	0,03	rasch	5	5	10	150	176	4	10%	Herzarrhythmie
149	0,03	langsam	5	11	17	65	160	16	20%	
46	0,04	langsam	4	10	17	163	180	20	10%	
58	0,04	langsam	5	7	18	121	172	20	10%	
15	0,04	2/4							10%	*
50	0,04	6/14	2	4	12	373	142	10	10%	
56	0,04	6/16				115			10%	***
35	0,04	4 ccm Injektion durch Abwehrbewegungen gestört.							10%	*
58	0,04	3/8,5				80			10%	**
62	0,04	6/19 Kryptorchid rechts, Bauchdeckenbruch links.							10%	
104	0,04	10/19,5	2	7	9	163	172	2	15%	

Durch zusätzliche Oberflächenanästhesie des Samenstranges (Anstrich einer 10%igen Novocainlösung) lassen sich die Reflexbewegungen beim Absetzen der Hoden vollständig ausschalten.

Wirkung auf Kreislauf, Atmung und Körpertemperatur

Das Verhalten von Kreislauf und Atmung bedarf bei der intravenösen Narkose besonderer Beachtung, ist doch die letztere ein Hinweis dafür, wie stark die zentralen Funktionen durch das Narkotikum beeinflußt worden sind.

Die Pulsfrequenz steigt unmittelbar nach der Injektion erheblich an, um nach 1—2 Minuten das Maximum zu erreichen. Dieses Maximum beträgt das Doppelte bis Zweieinhalbfache der Ruhepulsfrequenz. Bei Auskultation des Herzens hört man einen stark pochenden Herzschlag, die Herztöne aber sind rein und regelmäßig. 5 Minuten post injectionem ist die Herzfrequenz bereits wieder um 10 bis 20 Schläge zurückgegangen. In stetigem und langsamem Abklingen kehrt sie nach 30—60 Minuten zur Ausgangsfrequenz zurück.

Eine Herzarrhythmie beobachteten wir nur bei einem 134 kg schweren Schwein, bei dem die Dosis von 0,03 g pro kg Körpergewicht zu rasch injiziert wurde. Unmittelbar post injectionem zählte man 176 Herzschläge pro Minute. 2 Minuten später folgten dieser raschen Frequenz einige langsame Schläge, die bedeutend weniger pochend waren, um nachher wieder auf das Maximum anzusteigen. Dieser Vorgang wiederholte sich nochmals und verschwand mit der Zeit.

Die Atemfrequenz hingegen sinkt bei beginnender Narkose stark ab und die Atemzüge werden tiefer. Durchschnittlich führt das Tier post injectionem noch ca. 20 Atemzüge pro Minute aus. Wird jedoch das Atemzentrum plötzlich von massiven Dosen des Narkotikums überflutet, tritt eine noch stärkere Verminderung der Atemfrequenz oder gar Atemstillstand ein, wobei das Herz weiter schlägt. Diese Erscheinung gibt zu keiner Beunruhigung Anlaß. Nach 1—2 Minuten setzt die Atmung wieder ein und kehrt allmählich auf den normalen Wert zurück. Mittels künstlicher Atembewegungen kann ein Atemstillstand rasch behoben werden.

Ein Fall von Atemstillstand sei hier näher beschrieben: Ein 104 kg schweres Schwein erhielt 4,2 g Narconumal, Dosierung 0,04 g pro kg Körpergewicht (eine ziemlich hohe Dosis) gestaffelt injiziert. Davon

wurden 10 ccm rasch und die übrigen 19,5 ccm nicht langsam genug verabreicht. Schon während der Injektion flachte die Atmung stark ab und setzte am Ende gänzlich aus. Die Sensibilitätsprüfung der Rüsselscheibe (mit einem sehr spitzen Gegenstand) löste einen tiefen Atemzug auf. Jedesmal, wenn ein Stich auf die Rüsselscheibe appliziert wurde, setzte ein Atemzug ein, sonst blieb jegliche Atemtätigkeit aus. 3 Minuten post injectionem regten auch die Hautstiche dazu an, sodaß pro Minute ca. 5 Atemzüge ausgeführt wurden. Erst 7 Minuten post injectionem erfolgten 2 aufeinanderfolgende spontane Atemzüge und nachher regelmäßig alle 15 Sekunden einer. Die Frequenz steigerte sich allmählich, sodaß sich das Tier gut erholte und keine Spätschädigungen zeigte.

Die innere Körpertemperatur wird nur unwesentlich beeinflußt. Sie sinkt in 5—10 Minuten nur um $\frac{1}{2}$ Zehntelsgrad und kehrt nach 1—2 Stunden wieder auf den Normalwert zurück. Hingegen beobachtet man eine deutliche Abkühlung der Körperoberfläche. Die Hautfarbe wird fahl und es stellt sich Gänsehautbildung ein.

Besondere Beobachtungen

Wird bei der Injektion Narconumallösung infolge Perforation der Vene mit der Kanüle in größeren Mengen paravenös appliziert, tritt nekrotischer Zerfall des Gewebes auf. Kleinere Mengen verursachen nur eine geringe Reaktion im Unterhautzellgewebe in Form ödematöser Schwellung.

Die verhältnismäßig lange Dauer des Nachschlafes versuchten wir mit einem Weckmittel zu verkürzen. Dazu verwendeten wir Cycliton Roche intravenös oder intramuskulär. Der Effekt war jedoch sehr gering. Dies läßt sich so erklären, daß wohl eine stimulierende Wirkung auf gewisse Zentren ausgeübt wird, die betäubende Wirkung des Narkotikums auf das Z. N. S. aber nicht beeinflußt werden kann.

Die Genußtauglichkeit des Fleisches wird durch das Narconumal in keiner Weise beeinträchtigt. Einige Tiere wurden sofort nach Abklingen der Narkose geschlachtet und das Fleisch teil-

weise in frischem Zustand, teils erst nach längerer Lagerung in Salz zur Verwertung gebracht. Weder eine Veränderung des Geschmacks, der Farbe, Qualität oder Konservierungsfähigkeit konnte festgestellt werden.

Nach subkutaner oder intramuskulärer Applikation von Narconumal konnte in der Folgezeit nichts Auffälliges beobachtet werden.

Intraperitoneal wurde seine Wirkung nicht versucht, da in der Praxis kein Bedürfnis besteht, das billige und gut wirkende Chloralhydrat durch ein anderes Narkotikum zu ersetzen.

Die Dauerinfusion, wie sie beim Rind angewendet wurde, ließe sich beim Schwein ebenfalls durchführen, sobald es narkotisiert ist und ruhig liegt. Da die Narkose dann jedoch genügend ist, kann die Dauerinfusion entbehrt werden. Sie würde zudem in der Praxis den Operateur belasten, da er sich dauernd mit der Narkose beschäftigen müßte.

Numal als Basisnarkotikum beim Schwein befriedigt nicht. In 4 Versuchen wurde dessen Wirkung beobachtet, nachdem 0,2—0,3 ccm pro kg Körpergewicht subkutan oder intramuskuläre auf verschiedene Körperstellen verteilt appliziert wurden. Da das Toleranzstadium erst nach etwa 45 Minuten eintrat, der Nachschlaf sehr lange währte und sich die Tiere dabei sehr stark abkühlten, kann Numal für die Praxis nicht empfohlen werden.

F. Zusammenfassung

Nach kurzer geschichtlicher Darstellung und der Definition des Narkosebegriffes wurde an Hand der Literatur ein Ueberblick über den Stand der Narkose beim Schwein gegeben. Auch die Fixierung der Tiere und Technik der intravenösen Injektion wurden berücksichtigt.

Zusammenfassend kann über die einzelnen Narkotika folgendes gesagt werden:

1. Inhalationsnarkotika

Ein wesentlicher Vorteil der Inhalationsnarkotika ist die Steuerbarkeit. Das Erregungsstadium ist heftig und tritt verhältnismäßig langsam ein. Infolge der kleinen narkotischen Breite ist die Narkose genau zu überwachen. Ueberdosierungen verursachen lebensgefährliche Herz- und Kreislaufstörungen oder Schädigungen der Atemwege.

2. Intravenös applizierte Narkotika

Chloralhydrat wird wegen seiner Billigkeit in der Praxis gern verwendet. Unangenehm ist, daß es in relativ großer Menge appliziert werden muß. Die Forderungen, die an ein Narkotikum gestellt werden, erfüllt es nicht ganz. Eine Vollnarkose kann nur mit sehr hohen Dosen erreicht werden, mit denen aber leicht die toxische Grenze überschritten wird. Die Genußtauglichkeit wird nicht beeinflußt.

Eunarcen hat sich zur Kurznarkose beim Schwein als sehr geeignet erwiesen. Es besitzt eine ziemlich gute narkotische Wirkung und verursacht nur kurzen Nachschlaf und keine postnarkoti-

schen Motilitätsstörungen. Vorteilhaft ist auch die kleine Menge, die davon injiziert werden muß.

Nembutal führt seinem Barbitursäurecharakter entsprechend auch zur ausgesprochenen Kurznarkose. Es soll eine größere narkotische Breite und einen kürzeren Wirkungseffekt besitzen als die übrigen Barbitursäurepräparate.

Evipan - Natrium wird in seiner Wirkung ganz verschieden beurteilt. Einerseits wird es für gefährlich gehalten, während andere Versuche recht günstige Resultate zeitigten.

3. Intraperitoneal applizierte Narkotika

Chloralhydrat eignet sich bei jungen Tieren zur intraperitonealen Applikation sehr gut. Technisch stellt es die einfachste Methode dar, um einen tiefen Schlafzustand herbeizuführen, der zur Ausführung chirurgischer Eingriffe genügt. Der Nachschlaf dauert ziemlich lang, wobei eine starke Abkühlung des Körpers eintritt.

Nembutal zeigt ziemlich dieselbe Wirkung wie Chloralhydrat. Der Nachschlaf ist kürzer.

Rectidon soll eine tiefe Narkose herbeiführen, in der lediglich schwache Reflexbewegungen ausgeführt werden.

4. Subkutane Applikation

Die subkutane Verabreichung von Evipan - Natrium, Pernocton oder Rectidon ist entweder wirkungslos oder führt zu einem leichten, schlafartigen Zustand.

Nach eigenen Versuchen eignet sich Numal subkutan und intramuskulär appliziert nicht zur Basisnarkose. Das Toleranzstadium tritt spät ein und der Nachschlaf dauert lang.

5. Intramuskuläre Applikation

Auf Evipan - Natrium, Pernocton oder Rectidon trat entweder Ruhebedürfnis der Tiere oder leichter Schlaf, jedoch

keine Narkose ein. Der Schlaf dehnte sich über eine sehr lange Zeit aus.

Mit *Nembutal* sollen sehr gute Resultate erzielt worden sein, indem eine vollständige Anästhesie herbeigeführt werden konnte.

6. Rektale Applikation

Sie ist zur Allgemeinbetäubung des Schweins nicht geeignet, da die Flüssigkeitsmenge meistens wieder aus dem Darm ausgepreßt wird und deshalb umständlich zu handhaben ist.

7. Perorale Applikation

Chloralhydrat per os kann nur als Hypnotikum und Sedativum verwendet werden und führt zu sehr langem Nachschlaf.

Nembutal bewirkt ebenfalls einen sehr langen Nachschlaf.

8. Elektrische Betäubung

Diese Methode ist noch nicht praxisreif.

Narconumal

Zusammenfassend wurde die Wirkung des Narconumals bei Mensch, Pferd und Rind dargestellt und auf Grund der an 42 Versuchen gemachten Erfahrungen kann über die intravenöse Narconumalnarkose beim Schwein folgendes gesagt werden:

1. Die Narconumalbetäubung ist eine typische Spezialkurznarkose, deren Anwendungsmöglichkeit von der Dauer, nicht aber von der Größe oder Schwere des Eingriffes abhängt.
2. Bei einer Dosierung von 0,02 — 0,03 g pro kg Körpergewicht erhält man beim Schweine eine tiefe, reflex- und reaktionslose Narkose von 2—6 Minuten Dauer.

3. Das Narconumal wird in 10—15%iger Lösung appliziert, wobei für Tiere bis 100 kg die 10%ige und bei solchen darüber die 15%ige Lösung verwendet wird.
4. Die technische Durchführung bedarf einer gewissen Übung. Die Narconumallösung wird vorteilhafterweise gestaffelt, d. h. ein Drittel davon rasch und die restliche Menge langsam injiziert. Dadurch kann die Dosierung individuell erfolgen.
5. Schwere Tiere benötigen niedrigere Dosen als leichte.
6. Das Toleranzstadium wird sehr schnell erreicht, spätestens nach Injektion der vollnarkotischen Dosis.
7. Die Narkose ist von starker Einwirkung auf Kreislauf und Atmung, schädigt aber den Patienten in keiner Weise, da die große narkotische Breite genügende Sicherheit bietet.
8. Der eigentliche Nachschlaf dauert 10—20 Minuten, die postnarkotische Nachhandparese verschwindet erst 1—3 Stunden post injectionem. Die Tiere zeigen aber noch während 1—2 Tagen eine Nachhandschwäche.
9. Bis zur 15%igen Lösung tritt keine Schädigung der Venenwand auf. Kleinere paravenöse Infiltrationen erzeugen vorübergehende Reizerscheinungen, größere jedoch ausgedehnte Nekrosen.
10. Die Genußtauglichkeit des Fleisches wird nicht beeinflußt.
11. Eine Abkürzung des Nachschlafes mit Cycliton ist nicht möglich.

G. Schlußfolgerungen

Die intravenöse Narconumalnarkose eignet sich beim Schwein für kurzdauernde Eingriffe. Sie erfüllt in vielen Punkten die Forderungen, die an ein gutes Narkosemittel gestellt werden. So wirken sich die geringe Organgiftigkeit, große narkotische Breite, rasch einsetzende Wirkung, das Fehlen eines Exzitationsstadiums und die Nichtbeeinträchtigung der Genußtauglichkeit des Fleisches vorteilhaft aus. Ebenso ist es für die Praxis von Vorteil, daß zur Ueberwachung der Narkose kein Assistent nötig ist. Als nachteilig wird die etwas zu kurze Narkosedauer und der ziemlich lange Nachschlaf empfunden. Letzterer ist vielleicht nicht so wesentlich, da die Patienten wegen ihres nicht sehr großen Gewichtes auch im Nachschlaf disloziert werden können.

Die intravenöse Applikationsweise, der mancher Praktiker mit Skepsis gegenüber steht, und der ziemlich hohe Preis des Narkotikums werden die größten Hindernisse bilden, damit das Narconumal in die Praxis Eingang findet.

Nach unseren Erfahrungen und dem heutigen Stand der Narkosetechnik bewähren sich beim Schwein folgende Betäubungsverfahren:

Narkosemittel	Dosierung	Applikation	Dauer der Toleranz- stadiums	Indikation	Bemerkungen
Narconumal	0,02 - 0,03 g/kg	intra- venös	2—6 Min.	Kastration, kurze opera- tive Eingriffe	
Eunarcon	0,07 - 0,2 ccm/kg	intra- venös	7—15 Min.	Kurze opera- tive Eingriffe	
Chloralhydrat	0,15 - 0,175 g/kg	intra- venös	bis 45 Min.	geeignet für sämtliche operative Eingriffe	große Flüssigkeits- menge.
	0,25 - 0,33 g/kg	intra- peri- toneal	bis 90 Min.	längere operative Eingriffe bei Jung- schweinen	Keine abso- lute Voll- narkose
Chloroform 2 T Aether 1 T Petroläther 1 T	individuell verschieden	per inhalationem	steuerbar	geeignet für sämtliche operative Eingriffe	Assistent nötig. Chloroform- geruch des Fleisches bei Schlachtung

Für die Ueberlassung des Themas und die allzeit bereitwillige Unterstützung bei der Arbeit sei es mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. K. Ammann meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Zu Dank bin ich ferner verpflichtet den Herren Direktor B. Peter und Werkführer O. Weber von der kantonalen landwirtschaftlichen Schule Strickhof Zürich, indem sie mir die für meine Versuche notwendigen Tiere zur Verfügung stellten und damit meine Arbeit wesentlich förderten.

Literatur-Verzeichnis

- Ammann, K.*: Allgemeine und örtliche Betäubung in der Tiermedizin.
Schw. Arch. f. Tierheilkunde. 82, 407, 1940.
- Bachmann, H. R.*: Die Narkose beim Hund unter besonderer Berücksichtigung des Narconumals und Numal Roche.
Diss. Zürich 1948.
- Bayer, J.*: Handbuch der tierärztlichen Chirurgie und Geburtshilfe.
Wien und Leipzig 1910.
- Becker*: Zur Technik der Narkose mit Eunarcon bei Schweinen.
T. R. 347, 1942.
- Bolz, W.*: Die intravenöse Chloralhydratnarkose zur Kastration des schweren Ebers.
T. R. 252, 1936.
- Bolz, W.*: Diagnostik und Operation des Kryptorchismus bei Schwein und Ziege.
T. R. 201, 1943.
- Breer, A.*: Ueber Versuche an Haustieren mit elektrischer Betäubung.
Diss. Berlin 1936.
- Brüning, B.*: Eunarcon-Narkose beim Schwein.
Diss. Hannover 1939.
- Brunner, C.*: Ueber Narconumal-Langnarkosen.
Schw. med. Wschr. 8, 205, 1944.
- Brunner, J.*: Die intravenöse Narkose beim Pferd unter spezieller Berücksichtigung des Narconumal Roche.
Diss. Zürich 1946.
- Dauch, M.*: Divinyläther als Narkotikum.
Diss. Hannover 1934.
- Demole, V.*: La narcose par voie intraveineuse.
C. r. Ier congr. int. Union therap. Berne 1937.
- Dobberkau*: Eine neuartige Narkosemaske für Eber.
T. R. 178, 1935.
- Doenecke, H.*: Beobachtungen bei der in Schlesien durchgeführten Binneneberkastration.
T. R. 191, 1939.
- Ehrhardt, J.*: Chloroform und Morphinumnarkose.
Schw. Arch. f. Tierheilkde. 41, 21, 1899.
- Eichel*: Erfahrungen mit der Eunarconnarkose in der Praxis.
T. R. 349, 1938.
- Fowler, G. R.*: General Anesthesia in large animals.
J. amer. vet. med. Assoc. 96, 201 u. 399, 1941.
- Fraser, W. A. Carr.*: Some observations in the induction of narcosis in the pig.
Austral. vet. J. 4, 126, 1929. Ref. Jb. 1929.

- Fraser, W. A. Carr.: Surgical narcosis in swine.
N. amer. vet. 10,38, 1929, Ref. Jb. 1929.
- Freese, W.: Eine neue Narkosenmaske zur Applikation der Inhalationsanästhesie bei kleinen Haustieren.
D. T. W. 182, 1930.
- Frick, H.: Tierärztliche Operationslehre.
2. Auflage, Berlin 1912.
- Goebel, F.: Die intramuskuläre Injektion von Pernocton und Rectidon.
Diss. Giessen 1935.
- Graf, H.: Pharmakologische Probleme in der operativen Tiermedizin.
Festschrift Bürgi Zürich 1943.
- Günther: Die Chloroformnarkose beim Schwein.
M. T. W. 373, 1910.
- Hartog u. Klarenbeck: Einige Narkose-Methoden beim Schwein.
13. I. T. K. Zürich-Interlaken, 1, 353, 1938.
- Herings Repetitorium der Tierheilkunde 9, 152, 164, 173, 174, 1848.
- Hupka, E.: Die Narkose der Schweine mit Aether.
T. R. 1 — 4, 1935.
- Imminger: Ueber die Anwendung und den Wert der Chloroformnarkose bei unseren Haustieren.
Wschr. f. Tierheilkde. u. Viehzucht 36, 275, 1892.
- Jentzer, A.: La narcose intraveineuse au Narconumal en grande chirurgie.
C. r. Ier congr. int. Union therap. Berne 1937.
- Kernkamp, H. C. H.: Narcosis and anesthesia in swine produced by pentobarbital-sodium.
J. amer. vet. med. Assoc. 94, 207, 1939.
- Killian, H.: Narkose zu operativen Zwecken.
Berlin 1934.
- Kiok: Eine einfache Narkosenmaske für Schweine.
T. R. 584, 1935.
- Kirsch, O.: Fettere Schweine bei gleichem Futter durch Kastration.
T. R. 180 u. 197, 1942.
- Koller, Th. u. Schänker, N.: Die klinische Bedeutung der intravenösen Narkose in der Gynäkologie.
Schw. med. Wschr. 129, 1941.
- Kucera, C.: Chloralhydrat-Narkosen bei Haustieren.
Schw. Arch. f. Tierheilkde. 76, 129, 1934.
- Leneke, R.: Narkosenversuche an Schweinen mit Chloralhydratlösung bei intravenöser Anwendung.
Diss. Hannover 1941.
- Magne, M.: Bulletin de la Société impériale et centrale de médecine vétérinaire.
Procès-Verbal de la séance du 14 Juillet 1853.
Rec. méd. vét. 911, 1853.
- Mayer: Allgemeinnarkose beim Schwein .
B. u. M. T. W. 227, 1939.
- Mayer, L.: Les narcoses intraveineuses par l'allyl-isopropyl-N-méthyl-barbiturate de Na.
Vortrag an der Sitzung der Académie de Chirurg. Paris 1939.
Ref. No. 23 Narconumal Roche.
- Middelkoop, A. P.: Die intravenöse Chloralhydratnarkose beim trächtigen Schwein.
Tijdschr. Diergeneesk 62, 51, 1935, Ref. Jb. 1935.

- Middelkoop, A. P.:** Die intraperitoneale Chloralhydratnarkose bei jungen Schweinen. Tijdschr. Diergeneesk 62, 193, u. 252, 1935. Ref. Jb. 1935.
- Minor, L.:** Versuche zur Narkose beim Schwein mit Rectidon. Diss. Berlin. 1938.
- Negotin, J.:** Ueber die Anwendbarkeit der Anästhetica bei unseren Haustieren. Monatsh. f. prakt. Tierhkd. 6, 76, 1895.
- Novy, E. de:** Sectio caesarea beim Schwein unter Chloralhydratnarkose. Tijdschr. Diergeneesk. 65, 1133, 1938. Ref. Jb. 1938.
- Regenbogen, O.:** Die Geschichte der allgemeinen und lokalen Anästhesie. Monatsh. f. prakt. Tierhkd. 20, 335, 1909.
- Reichwald, G.:** Narkosenversuche bei Schweinen mit Evipan-Na und Chloralhydrat intravenös in die Ohrvene. Diss. Hannover 1933.
- Reimann-Hunziger, G.:** Ueber die Kurznarkose mit Narconumal-Roche. Schw. med. Wschr. 33, 1003, 1943.
- Richtzenhain, G.:** Aethernarkose mit verschied. Dosierungsgeräten bei Schwein und Hund unter besonderer Berücksichtigung der Aetherkonzentration und Alkalireserve im Blut. Diss. Hannover 1935.
- Riedel:** Chloroform das Narkosemittel des Praktikers beim Schwein. T. R. 374, 1935.
- Rölly, F.:** Narkose-Versuche mit Narconumal-Roche beim Rind. Diss. Zürich 1943.
- Ruffner, E.:** Narkose bei Eberkastrationen. T. R. 736, 1938.
- Samuel, M.:** Ueber die Verwendung des Evipan-Natriums (Bayer) oder des Narconumals (Roche) zur intravenösen Dauernarkose in der Chirurgie, Gynäkologie und Geburtshilfe. Mschr. f. Geburtshilfe u. Gynäkologie, 112, 5, 290, 1941.
- Schänker, N.:** Die intravenöse Narconumal-Narkose bei gynäkologischen Operationen. Diss. Zürich 1940.
- Schiebel:** Ueber Narkose beim Schwein, besonders bei der Kastration der Eber. T. R. 40, 1935.
- Schmal:** Zur Betäubung von Schweinen. B. u. M. T. W. 577, 1941.
- Scholz, G.:** Prüfung der narkotischen Wirkung des Chloralhydrates bei jungen Schweinen nach intraperitonealer Applikation. Diss. Hannover 1938.
- Schulz, O.:** Eine Narkosemaske für Schweine aller Kopfformen. T. R. 424, 1936.
- Silbersiepe, E.:** Eine einfache Betäubungsmaske für Schweine. T. R. 513, 1935.
- Silbersiepe, E.:** Ueber die Eunarconnarkose beim Schwein. B. T. W. 821, 1936.
- Silbersiepe, E.:** Nachträgliches zur Eunarconnarkose beim Schwein. B. T. W. 605, 1937.
- Söderlund, H.:** Mehr Humanität bei Operationen. Ein Beitrag zur Narkose beim Schwein. M. T. W. 586, 1934.

- Tabelman, H. C.*: Swine Anesthesia.
Vet. med. 40, 281, 1945.
- Treuhieb, G.*: Methodische Untersuchungen über die Brauchbarkeit von Narkosemasken bei Schweinen.
Diss. Hannover 1936.
- Ullrich, K.*: Praktische Hinweise zur Technik der Ovariectomie des Schweines.
T. R. 17, 1942.
- Völker, R. u. Barke, A.*: Die Dosierung des Eunarcons bei Hund und Schwein.
D. T. W. 274, 1938.
- Völker, R. u. Krause, D.*: Die Allgemeinnarkose bei Tieren.
D. T. W. 55, 81, 1948.
- Völker, R. u. Weingart, H.*: Die Aethernarkose des Pferdes, Schweines und Hundes mittels besonderer Apparaturen.
D. T. W. 1934, 82.
- Vogel, H.*: Zur Technik der Ovariectomie bei Schweinen.
T. R. 342, 1942.
- Vorlob, A.*: Ueber die Eunarconbetäubung bei Massenkastrationen von Ebern und über einige hierbei ermittelte chirurgisch-klinisch bemerkenswerte Fälle.
Diss. Hannover 1938.
- Weingart, H.*: Die Aethernarkose des Schweines mittels einer besonderen Apparatur.
T. R. 653 u. 674, 1934.
- Westhues, M.*: Die Narkose bei Haustieren.
M. T. W. 169, 1929.
- Westhues, M.*: Die Aethernarkose des Schweines und ihre praktische Durchführung.
B. T. W. 421, 1936.
- Westhues, M.*: Beiträge zur Vollnarkose der Haustiere.
D. T. W. 313 u. 329, 1940.
- Wislocki, Marian*: Przyczynę do Kastracji knura.
Medycyna weterynaryjna Wroclaw 1946.
- Wright, J. G.*: Observations on the use of Nembutal as a general anesthetic in the pig.
J. comp. path. and therap. 52, 1, 1939. Ref. Jb. 1940.

Curriculum vitae

Am 20. November 1919 wurde ich in Waldstatt geboren und besuchte dort die Primar- und Realschule. Meine Mittelschulstudien an der Kantonsschule Trogen beendigte ich im Herbst 1939 mit der Maturitätsprüfung. Die durch Aktivdienst unterbrochenen vorklinischen Semester schloß ich im Herbst 1943 mit zweitem Teilexamen an der Universität Bern ab. Nun immatrikulierte ich mich an der Universität Zürich und erwarb dort im Sommer 1946 das eidgenössische Tierärztediplom. Seither boten mir Stellvertretungen bei verschiedenen praktizierenden Tierärzten die Gelegenheit zur beruflichen Weiterbildung.



Abbildung 1

Mit Pinzette und Schere wird über der an der Ohrbasis gestauten Vene
ein elliptisches Hautstück entfernt.



Abbildung 2

Nachdem die Kanüle in die gestaute Vene eingeführt ist, fixiert sie der Gehilfe mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand und gibt die Vene am Ohrgrund frei. Der Operateur setzt jetzt die Spritze auf und injiziert (vgl. Text Seite 30).

